



烟雾 究竟 清除 得了 吗

二手烟暴露 引发的新关注

可能你从未听说过二手烟（thirdhand smoke），或THS（二手烟的缩写），但你可能曾经闻到过它。

THS一词在《纽约时报》（*The New York Times*）上的解释是：“无形、但有毒的气体和颗粒混合物，它们吸附在吸烟者头发和衣物上，更有甚者，当二手烟（secondhand smoke, SHS）从屋内清除后，它们仍能长时间地残留在靠垫和地毯上。”¹近期，国际媒体^{2,3,4}及科学出版界^{5,6,7}对有关二手烟潜在危险的研究进行了大篇幅的报道，引发了许多关注。在美国，尽管还缺少对二手烟暴露长期

健康影响的相关人类健康研究，但美国庭审案件中已有原告开始列举这些未经证实的危险^{8,9}。

那么，二手烟究竟会有多危险呢？答案仍不详，它取决于多个因素。

二手烟简史

在二手烟还未有现在这个名称前，它已是长期关注的话题。即使吸烟者离开，香烟烟雾中的有毒物质还是可能长时间地残留在房屋及车辆的物体表面，这一提法始于1953年，当时有报道称烟雾冷凝物涂抹在小鼠身上可致癌¹⁰。

二手烟由烟草烟雾中残留的污染物质构成，包括1) 抽烟后，残留在物体表面及灰尘中的污染物质，2) 重新释放为气体形式的污染物质，或者3) 与环境中的氧化剂和其它化合物发生反应，产生的次生污染物质。

1991年,首次发现吸烟者居所内的灰尘被尼古丁污染¹¹。随后,2004年,在非吸烟者的居所以及母亲曾于三个月前吸烟的居所内,灰尘中的尼古丁被量化¹²。在二手烟暴露量最高、且母亲在孩子附近吸烟的居所中,起居室内灰尘中尼古丁的平均值为 $64.0 \mu\text{g}/\text{m}^2$,而婴儿卧室内则为 $15.8 \mu\text{g}/\text{m}^2$ 。起居室及婴儿卧室的物体表面覆盖的尼古丁平均值分别为 $73.05 \mu\text{g}/\text{m}^2$ 及 $56.26 \mu\text{g}/\text{m}^2$ 。同一项研究还显示,即使吸烟者曾试图减少其子女与烟雾的接触,其居所内的灰尘和物体表面还是遭到污染,只是程度较轻。然而,在从未暴露于烟草烟雾的居所内,灰尘和物体表面均未发现尼古丁¹²。

2008年,报道了车辆的类似发现¹³。78辆车主在车内吸烟的车中,大量的尼古丁在灰尘中(平均值 $19.51 \mu\text{g}/\text{g}$)和仪表盘上(平均值 $8.61 \mu\text{g}/\text{m}^2$)检出,远远超出20辆非吸烟者车内灰尘(平均值 $3.37 \mu\text{g}/\text{g}$)和仪表盘(平均值 $0.06 \mu\text{g}/\text{m}^2$)的检出值。八名吸烟者至少在其车中禁烟了12个月。尽管如此,他们的车还是遭到尼古丁的污染(灰尘的平均值为 $11.61 \mu\text{g}/\text{g}$,仪表盘为 $5.09 \mu\text{g}/\text{m}^2$)。然而,作者们指出,这些车辆可能被车外进入的烟雾污染,而且可能车内并非100%时间都禁烟。

2010年的一项研究显示,吸烟者搬出他们的居所后,二手烟仍残留在屋内,即使房屋被空置两个月并且为迎接新住户进行了整理,甚至更换了新地毯、刷了新涂料,情况还是如此¹⁴。与此同时,其它线路的研究确定,一些烟雾化合物吸附在物体表面,而且随着时间的推移重新释放到空气中,使得吸烟者在抽完烟后,烟草的有毒物质仍能长时间残留^{15,16}。

“二手烟”这一专有名词第一次在出版物中出现是在2006年¹⁷。但是,它广

为人知还是在2009年哈佛医学院儿科副教授Jonathan Winickoff及其同事在《儿科》(*Pediatrics*)杂志上发表的一篇文章中使用了这个名称之后¹⁸。他们在论文中报告,65.2%的非吸烟者和43.3%的吸烟者相信二手烟会危害儿童的健康,并且单凭此种认识,他们就在家中实施禁烟。作者也写道,强调二手烟对儿童健康的潜在危害对督促家长不在子女周围吸烟是十分重要的。

Lawrence Berkeley国家实验室(Lawrence Berkeley National Laboratory, LBNL)环境能源技术处室内环境部的化学家Mohamad Sleiman及其同事报告,吸附在物体表面的尼古丁与亚硝酸——一种在

车辆废气中发现、并由通风不畅的燃气炉及点燃的烟草产生的空气污染物质——发生反应,形成烟草特有亚硝胺(tobacco-specific nitrosamines, TSNAs),包括1-(N-甲基-N-亚硝胺基)-1-(3-吡啶基)-4-丁醛(NNA)、4-(N-甲基亚硝胺基)-1-(3-吡啶基)-1-丁酮(NNK)以及N-亚硝基降烟碱(NNN)¹⁹,至此,研究出现了新进展。有迹象表明NNA具有致突变性²⁰。NNK和NNN被国际癌症研究署(International Agency for Research on Cancer)归为人类致癌物质²¹,被美国国家毒理学项目(National Toxicology Program)归为合理视为人类致癌物质²²。

随后,2010年Sleiman等人报告,另一



栏1: 暴露水平的估算

吸附于过滤纸上的NNA = $5 \text{ ng}/\text{cm}^2$

乘客单手面积 = 160 厘米^2

假设仪表盘上所有的NNA都黏附在手上,牢牢地将单手按在仪表盘上每次设想

可以黏带起 $5 \times 160 = 800 \text{ ng}$ 的NNA

假设手从仪表盘上抹过,长度为1米。

手的平均宽度为10厘米,这相当于10次单手按击仪表盘的面积。

乘客将黏带起 $10 \times 800 = 8000 \text{ ng}$ (或8微克) 的NNA。

如计算NNK,将以上结果除以5即可(仪表盘上只发现了 $1 \text{ ng}/\text{cm}^2$ 的NNK):

$$8/5 = 1.6 \mu\text{g}$$

假设乘客的体重为80 kg,潜在暴露剂量为:

NNA: $8 \mu\text{g}$ 除以80 kg体重 = 3天暴露剂量为 $0.1 \mu\text{g}/\text{kg}$,

或 $0.033 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$

NNK: $1.6 \mu\text{g}$ 除以80 kg体重 = 3天暴露剂量为 $0.02 \mu\text{g}/\text{kg}$,

或 $0.0066 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$

种室内空气污染物臭氧与二手烟中约50种化合物发生反应，产生小于100纳米的超细颗粒，这些微粒的成分仍不详²³。他们认为这些超细颗粒的影响根据它们的成分和特点各异，但是它们的微小体积可能会促进它们的摄入以及在体内的分布，从而抵达潜在敏感的目标部位，包括骨髓、淋巴结、脾、心脏和中枢神经系统²⁴。

Sleiman等人还推测，这些超细颗粒能够积附于物体表面，随后再次释放、悬浮于空气中²³。同年，另一组研究人员提供了首组初步量化数据，数据显示虽然空气中的浓度比二手烟中的浓度低100倍，但这些微粒确实会这样作用²⁵。

至2010年下半年，“二手烟”成为专有名称后，研究人员着手使用‘3Rs’定义二手烟现象：“二手烟由烟草烟雾中残留的污染物构成，包括抽烟后残留（remain）在物体表面及灰尘中的污染物，重新释放（re-emitted）为气体形式的污染物，或者与环境中的氧化剂和其它化合物发生反应（react）而产生的次生污染物。” Sleiman说。

推算暴露水平

虽然人们越来越担心二手烟可能是一种危害，但这还有待正式证明。Sleiman等人发表的论文^{19,23}着重在化学方面；他们没有进行健康影响的研究。然而，他们在亚硝酸/TSNA文章中报告提供的非精确的估算，开启了有关二手烟潜在危害的争论。

文中，Sleiman和他的同事对一辆老皮卡的内部进行了取样，车主通常每天在车内抽10根烟。它们在仪表盘上放置一块滤纸；车主照常抽烟，三天后，他们取走了滤纸，并在仪表盘的不锈钢小柜门上擦拭采样。对滤纸和擦拭样本进行分析后显示，在该气态亚硝酸水平下，通过与尼古丁发生反应，能够产生TSNAs。该实验未检出NNN，但是滤纸



中还还原了等值约 1 ng/cm^{-2} 的NNK以及 5 ng/cm^{-2} 的NNA。仪表板的小柜门上还原出约 0.2 ng/cm^{-2} 的NNK及 1.0 ng/cm^{-2} 的NNA。

根据皮卡车滤纸的检出结果以及许多假设进行因子分解，得出了对潜在暴露水平的估算结果（见栏1）。因此，对这些暴露的致癌危险的估算是通过推测得出的——无NNA致癌潜势（CPF）的相关数据¹⁹，而且NNK的CPF需要考虑经过70年的经口暴露，罹患肺癌、胰腺癌、肝癌和鼻癌各种组合的可能²⁶。此外，Sleiman及同事提醒，栏1中的计算有一个重要限度，那就是假设手上100%的NNK和NNA被吸收或摄入体内。

但是，虽然预测值明显可以低一些，Sleiman说，至少一些输入值看上去还比较合理。他指出，“纸上TSNAs的数量，只是一人每天抽10只烟，三天后收集得出的。抽几个月的烟后累积量将有多少呢，可能要超出一人每天抽10只烟产生的量吧？”

“不同的材质吸附的尼古丁量也不同[因此会产生不同量的TSNAs]，”论文的合著者、同在LBNL工作的Hugo Destaillats补充道，“我们只检测了纸和不锈钢；车内和住所内其它材质吸附的量也不同。”例如，羊毛、棉、丝、麻、醋酸纤维以及聚酯纤维都能吸附二手烟化合物^{27,28}，据报

波士顿大学公共卫生学院的Michael Siegel相信，可能有意义的问题就是，吸附在吸烟者衣物上的烟雾是否会导致大量的二手烟有毒成分的暴露。

他说：“这个问题很重要，因为这决定着只在屋外抽烟的吸烟者是否会将他们的子女置于健康隐患中。”

告，地毯和墙板吸附的尼古丁量比皮卡车仪表板上的不锈钢小柜门吸收的量要高出2~3个数量级²⁹。

此外，虽然通常室内和车内的亚硝酸量分别能达到5~15 ppb及30 ppb，但在室内曾经检测到高达100 ppb的浓度³⁰。而且，据合著者、LBNL研究员Lara Gundel的推测，亚硝酸盐在白天会发生光分解，所以夜间污染部位的浓度会特别高；亚硝酸浓度越高，TSNA的产量也随之升高。

Gundel补充道，二手烟可能含有更多的有毒及致癌化合物——如苯并[a]芘、1,3-丁二烯、苯、甲醛、镉、砷和铅——这些化合物并没有纳入研究人员的考虑中。“与NNK和其它TSNAs一起，它们会加强二手烟残留物的危害，” Gundel说。此外，她说，至少二手烟中有一种化合物（苯并[a]芘），它的经皮CPF确实比经口CPF高出15倍³¹。

Winickoff关注的是，幼儿的暴露风险可能尤其高，而且他们更容易受到二手烟中有毒物质的影响。“婴儿到处乱爬、触摸、舔咬，容易接触到被污染的物体表面，而众所周知他们每天要摄入四分之一克的灰尘——是成人的两倍，”他说，“因此，比起青少年和成年人，他们接触到的二手烟有毒物质的剂量要高得多。” Gundel还表示，在允许吸烟的宾馆



圣地亚哥州立大学心理学教授Georg Matt指出，即使没有任何二手烟长期健康影响的确凿证据，许多吸烟者——以及曾吸烟的人——已经察觉到这一现象。

他说：“对二手烟暴露进行预防的最重要的影响可能是……减少主动吸烟及二手烟暴露产生的健康风险。”

工作的保洁人员可能暴露于高剂量的二手烟，例如在整理被二手烟污染的床铺时接触到二手烟。

估算值过高?

显然，栏1中估算时的输入值是在最差情况下发生的数值，不可能全部适用。波士顿大学公共卫生学院（Boston University）社区医学教授Michael Siegel说，没有证据可支持手表面100%的NNK会吸附和/或摄入体内这一假设。他坚持，“最可能有意义的人体暴露途径——摄入——只是婴儿面临的一个主要问题，手上化学物质摄入高水平的时间段只有一年左右。”（尽管Gundel指出，吸烟者配偶的暴露时间很可能横跨50年的婚姻。）

Siegel表示，更重要的是，要考虑二手烟的隐患是否会大大增加吸烟和二手烟暴露的危害。那些在吸完烟后暴露于物体表面二手烟残留的吸烟者，通过吸烟行为本身遭受的相同化学物质的暴露量已是二手烟的许多倍，他解释道。相同的，那些暴露于二手烟的非吸烟者——包括吸烟者的子女——也通过吸入烟雾摄入比二手烟量更多的NNK和其它毒物。“相形之下，任何额外的、少量的NNK暴露就无足轻重了。” Siegel说。

Siegel相信，一个可能有意义的问题就是，吸附在吸烟者衣物上的烟雾是否会导致大量的二手烟有毒成分的暴露。“这个问题很重要，因为这决定着只在屋外抽烟

的吸烟者是否会将他们的子女置于健康隐患中，”他说，“需要进行研究，确定父母只在屋外抽烟的情况下导致婴儿致癌物暴露的水平。”

寻找研究对象不会太难。2007~2008年美国国家健康和营养监测调查（National Health and Nutrition Examination Survey 2007-2008）统计的数据显示，约3200万超过半数的3~19岁美国孩子暴露于二手烟³²。根据全球的估算值，40%的儿童、35%的非吸烟妇女以及33%的非吸烟男性经常暴露于二手烟³³。

杜绝吸烟危害

英美烟草公司（British American Tobacco）的女发言人Catherine Armstrong谈及Sleiman等人的论文¹⁹时说道，“[这篇文章]并未研究任何健康指标。正如作者们自己指出的，在得出可能的健康危害前，须进行更多的研究。”这类研究将要启动。由加利福尼亚州烟草税提供资金的加利福尼亚州烟草疾病研究项目（California Tobacco-Related Disease Research Program）近期为研究二手烟和烟蒂废弃物筹集了375万美元的经费³⁴。

圣地亚哥州立大学（San Diego State University）心理学教授Georg Matt指出，即使没有任何二手烟长期健康影响的确凿证据，许多吸烟者——以及曾吸烟的人——已经察觉到这一现象。“我们要求入住非吸烟宾馆房、非吸烟公寓，我们买

二手车的时候也宁愿选择非吸烟者的车。宾馆和车辆租赁公司知道清理[吸烟者的]车辆和住房非常昂贵，地产经纪人知道吸烟会影响房产价值。”

无论二手烟导致疾病的证据是否确凿，它已经改变了人们的态度、行为、准则、期望、购买行为以及个人财产和房地产的经济价值，Matt表示。将所有这些有力因素组合起来，就有可能减少烟草的使用，降低吸烟本身以及二手烟和二手烟暴露带来的健康危险。

“对二手烟暴露进行预防的最重要的影响，” Matt说，“可能是……减少主动吸烟及二手烟暴露产生的健康风险。”至少，针对这些形式的烟草烟雾暴露，对关于它们是否具有危险性的讨论已经做出了全面且精确的总结。

Adrian Burton是居住在西班牙的生物学家，他还定期为《柳叶刀-肿瘤学》（*The Lancet Oncology*）、《柳叶刀-神经学》（*The Lancet Neurology*）以及《生态学与环境前沿》（*Frontiers in Ecology and the Environment*）撰稿。

译自 EHP 119(2):A70-A74 (2011)

*本文参考文献请浏览英文原文

原文链接

<http://ehponline.org/article/info:doi/10.1289/ehp.119-a70>